

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 6 月 5 日 (05.06.2003)

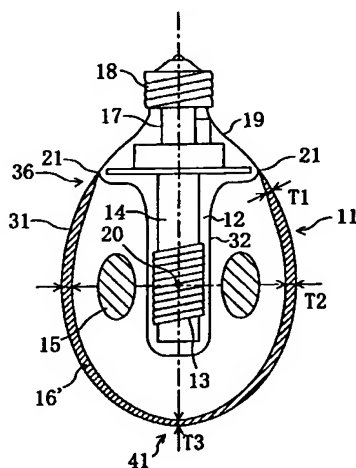
PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/046946 A1

- (51) 国際特許分類: H01J 65/04 (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/12463
- (22) 国際出願日: 2002 年 11 月 28 日 (28.11.2002)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- (30) 優先権データ:
特願 2001-364061
2001 年 11 月 29 日 (29.11.2001) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府 門真市 大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大久保 和明 (OHKUBO, Kazuaki) [JP/JP]; 〒569-1142 大阪府 高槻市 宮田町 3-1 5-1-2 0 8 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 前田 弘, 外 (MAEDA, Hiroshi et al.); 〒550-0004 大阪府 大阪市 西区鞠本町 1 丁目 4 番 8 号 太平ビル Osaka (JP).
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: ELECTRODELESS FLUORESCENT LAMP

(54) 発明の名称: 無電極蛍光ランプ



(57) Abstract: An electrodeless fluorescent lamp, wherein the film thickness of a fluorescent body film (16') formed on the inner surface of a translucent discharge container (11) having a recessed part (12) for sealing light emitting substance is maximum near plasma (15), reduced toward the connection part (21) thereof with an inner tube (32), and reduced toward a round bottom part (41), whereby, by the film thickness distribution, a light distribution generally equal to that of a lamp bulb can be realized, and an excellent retrieval of light can be realized also when the electrodeless fluorescent lamp is installed in a lighting fitting for the lamp bulb.

[続葉有]

WO 03/046946 A1



(57) 要約:

発光物質が封入された凹入部（１２）を有する透光性の放電容器（１１）の内面に設けられた蛍光体膜（１６'）の膜厚は、プラズマ（１５）の近傍において最大であり、内管（３２）との接続部（２１）に近づくにつれて小さくなり、かつ、丸底部（４１）に近づくにつれて小さくなっている。この膜厚分布によって、電球と略同等な配光を実現でき、無電極蛍光ランプを電球用照明器具に取り付けた場合も良好な光取り出しを実現できる。

明細書

無電極蛍光ランプ

技術分野

本発明は無電極蛍光ランプに関し、特に放電容器の凹入部にコイルが配置された無電極蛍光ランプに関する。

背景技術

近年、地球温暖化問題やエネルギー資源の有効利用の問題から、エネルギー消費を少なくするようにあらゆる分野で多くの努力がなされている。照明分野においても、従来の電球から、より効率の良い蛍光ランプが普及、拡大している。

しかしながら、電球から蛍光ランプへの置き換えには、安価な電球用照明器具から、蛍光灯を点灯する安定器を内蔵した高価な照明器具に取り換えなければならないという問題があった。

これを解決するために、電球用照明器具の電球ソケットに直結して点灯できる、電球の口金を備え安定器を内蔵した電球代替蛍光ランプが開発された。この電球代替蛍光ランプは、電球と置き換えて電球用照明器具に使用でき、電球よりも消費電力が少なく、かつ電球の3倍以上の寿命をもつことから現在普及している。

一方、この電球代替蛍光ランプをさらに長寿命にするために、寿命を短くする要因である電極を無くした無電極蛍光ランプが開発されている。無電極蛍光ランプは、希ガスと水銀を封入するとともに内壁に蛍光体を塗布した密閉のガラス製の放電容器に、外部から高周波の交流電磁界を印加して放電容器内に水銀蒸気放電を発生させ、その放電より得られる紫外放射で内壁の蛍光体を励起し発光させるものであり、従来の有電極の蛍光ランプとは発光原理が異なっている。そして、従来の有電極の蛍光ランプに比べて倍以上の寿命のランプが得られる。

無電極蛍光ランプにおいても、電球代替を目的として、電球の口金と高周波の交流電磁界を発生するコイルと、コイルに交流電流を流す点灯回路と上述の電極の無い放電容器とで構成された、電球代替品である無電極蛍光ランプが開発され

ている。

電球代替の無電極蛍光ランプ（以降、電球形無電極蛍光ランプという）は、電球用照明器具に装着することを前提としており、そのため電球とほぼ同等の形状寸法が要求され、近年、電球の形状寸法に近い形状の電球形無電極蛍光ランプが実現されている。

－解決課題－

しかしながら、電球と電球形無電極蛍光ランプとは、発光原理が異なるため、その配光に違いが生じる。両者の配光特性をそれぞれ図４および図５に示す。図４は、電球Ａ形の形状の６０Ｗのシリカ電球の配光特性を示しており、図５は同じく電球Ａ形の形状である従来の電球形無電極蛍光ランプの配光特性を示している。いずれも、口金を上向きにしたときの配光特性で、図の上側が口金側である。ここで、電球Ａ形の形状とは、日本工業規格ＪＩＳ　Ｃ７７１０－１９８８の「電球類ガラス管球の形式の表し方」又はＩＥＣ　６０８８７－１９８８で定義されている形状である。なお、ＩＥＣは、International Electrotechnical Commission の略である。

以下、両者の発光原理およびその発光原理の違いによる配光特性の違いについて説明する。

まず、シリカ電球と無電極蛍光ランプとの発光原理を説明する。

シリカ電球の場合、内部中央に位置するフィラメントからの赤熱放射を、外管バルブに塗布したシリカ膜で拡散させている。

一方、従来の電球形無電極蛍光ランプの発光原理は、その構造と密接に関わりがあるので、図８に示す従来の電球形無電極蛍光ランプの構造と共に説明をする。

電球Ａ形の形状のソーダガラスからなる放電容器１１は、外管３１とその内に略円筒形状の凹入部１２を規定する内管３２とを備えている。凹入部１２には、フェライト製のコア１４が配置されており、このコア１４には、放電容器１１内に交流電磁界を発生させるコイル１３が巻かれている。この交流電磁界によってプラズマ１５が発生する。このようにコイル１３とコア１４とが配置されて交流電磁界を発生することから、プラズマ１５は、コイル１３とコア１４を取り巻くようなリング形状として放電容器１１内に発生する。プラズマ１５における放電

により発生した紫外放射光は、放電容器 11 の内壁に均一に塗布された蛍光体膜 16 を励起させ、蛍光体膜 16 を発光させる。こうして、可視光が発生する。なお、コイル 13 は、コイル 13 に交流電流を供給する点灯回路 17 に電氣的に接続されており、点灯回路 17 は商用電源に接続される口金 18 に電氣的に接続されている。また、点灯回路 17 を囲むようにケース 19 が設けられており、ケース 19 には放電容器 11 と口金 18 が取り付けられている。なお、図面の簡略化のため、放電容器 11、凹入部 12、ケース 19 の断面は、単なる線としている。

次に、発光原理の違いによる配光特性の違いを説明する。

先に述べたようにシリカ電球は、内部中央に位置するフィラメントからの赤熱放射を、外管バルブに塗布したシリカ膜で拡散させているが、外管バルブ壁面での光の拡散量は少なく、フィラメント部分の輝度が最大である。また、フィラメントは外管バルブの曲率中心付近に位置し、その曲率半径よりフィラメントの大きさが十分小さいため、シリカ電球はフィラメントを中心点とする点光源といえることができる。従って、外管バルブの口金とは反対側（外管バルブ先端）からシリカ電球を見ても、外管バルブの側面からシリカ電球を見ても、どちらもほぼ同じ明るさを感じられる。これにより、図 4 に示すように、口金部の蹴られを除けば、ほぼ均一な配光となる。この配光特性は、電球形状が A 形であっても P 形であってもほぼ同じである。なお、「P 形」とは、日本工業規格 J I S C 7 7 1 0 - 1 9 8 8 の「電球類ガラス管球の形式の表し方」又は I E C 6 0 8 8 7 - 1 9 8 8 で定義されているものである。

一方、無電極蛍光ランプにおける放電容器 11 の外部へ放出される発光は、蛍光体膜 16 からの発光が放電容器 11 の内部で繰り返し反射し、その一部が蛍光体膜 16 を透過した発光である。蛍光体膜 16 は均一な膜厚であるため、放電容器 11 は、面全体が均一な輝度で光る光源といえることができる。このように面全体として均一な輝度を有しているので、配光は見かけの面積に比例する。従って、電球 A 形の放電容器 11 を用いている電球形無電極蛍光ランプを口金を上にして点灯した場合（以下、ベースアップという）、口金方向を除けば、直下方向からの見かけ面積が、側面方向（横方向）からの見かけの面積よりも小さいため、直下方向の配光が低くなる。この配光特性は、形状が P 形でも A 形でも同様な傾向

である。

以上の説明のように、シリカ電球と無電極蛍光ランプとは、形状寸法を同じにしても、その発光原理が異なるため、その配光は異なった特性を示す。

また、形状はA形やP形とは異なるが、反射型無電極蛍光ランプとして、外管バルブ内面の、口金近傍から最大径部分までの領域に反射膜を設けたり（例えば、特開平8-45481号公報参照）、外管バルブ外側の同様の領域に反射板を設ける無電極蛍光ランプも検討されている。

しかしながら、現在普及している電球用の照明器具は、電球の配光特性をもつランプを取り付けたときに光の取り出し効率が最も良くなるように設計されている。したがって、従来の電球形無電極蛍光ランプを、普及している照明器具に取り付けたとしても、その電球形無電極蛍光ランプの配光特性は電球と異なるため、効率良く光を取り出すことができない。効率以外の点でも、例えば天井付近の照明器具にこの電球形無電極蛍光ランプを取り付けてダウンライトとして使用すると、図5に示した直下方向の配光が低くなる傾向がさらに強調されてしまい、その結果ランプ先端部がその周囲に比べて暗く見えて好ましくない。

ランプ外面の配光の高い部分に光を吸収する物質を塗布して配光特性を制御することも考えられるが、全光束が少なくなってしまうため効率が悪く実用的ではない。

また、前記公開公報に示された無電極蛍光ランプは電球形ではなく、形状の違いから電球代替として使用することはできない。さらに、この無電極蛍光ランプは、口金を下にして取り付けられる電球スタンドに使用されると、スタンドの下方には光が放射されないため、このように口金が下向きの状態（以下、ベースダウンという）で用いられるスタンドにはこの無電極蛍光ランプを使用することはできない。

本発明は、上記課題を鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、電球と略同等な配光特性を有し、電球用の照明器具に適合する無電極蛍光ランプを提供することにある。

発明の開示

本発明の第1の無電極蛍光ランプは、発光物質が封入され、凹入部を有する透光性の放電容器と、前記凹入部に配置され、前記発光物質を放電させる交流電磁界を発生させるコイルと、前記放電容器の内壁に形成された蛍光体膜と、を備え、前記放電容器は、外管と前記凹入部を規定する内管とから構成されており、前記蛍光体膜は、所定の配光特性となるように、前記外管と前記内管との接続部と当該接続部から最も離れた外管の部分との中間近傍において膜厚が最大であり、当該膜厚が最大である位置から前記接続部に近づくにつれて膜厚が小さくなる。

ある好適な実施形態においては、前記所定の配光特性は、電球の配光特性と実質的に同等である。

本発明の第2の無電極蛍光ランプは、発光物質が封入され、凹入部を有する透光性の放電容器と、前記凹入部に配置され、前記発光物質を放電させる交流電磁界を発生させるコイルと、前記放電容器の内壁に形成された蛍光体膜と、を備え、前記コイルは、略円筒形状であり、前記放電容器は、略球状の本体部と該本体部から径が細く絞られて突き出している首部とからなる外管と、前記凹入部を規定する内管とから構成されており、前記内管は、前記首部に接続しており、当該首部から最も離れた、前記本体部の丸底部に向かって延びていて、前記蛍光体膜の膜厚は、前記内管と前記首部との接続部と、前記丸底部との中間近傍において最大であり、前記接続部に近づくにつれて小さくなり、かつ、前記丸底部に近づくにつれて小さくなる。

前記コイルの中心軸の延びる方向は、前記凹入部の凹入方向に略一致しており、前記交流電磁界によって前記放電容器の中に発生するプラズマは、前記コイルの中心軸上の点であって且つ当該コイル内の点である所定点を中心としたリング形状であることが好ましい。

前記蛍光体膜の膜厚のうち最大部分の膜厚を1としたときに、前記外管の前記丸底部の前記蛍光体膜の膜厚が0.1以上0.8以下であり、かつ、前記内管との前記接続部近傍の前記蛍光体膜の膜厚が0.5以上0.8以下であることが好ましい。

前記蛍光体膜の膜厚のうち最大部分の膜厚は、 $12\mu\text{m}$ 以上 $24\mu\text{m}$ 以下であり、前記外管の前記丸底部の前記蛍光体膜の膜厚は、 $7\mu\text{m}$ 以上 $17\mu\text{m}$ 以下で

あり、かつ、前記内管との前記接続部近傍の前記蛍光体膜の膜厚は、 $8\mu\text{m}$ 以上 $17\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

前記蛍光体膜の膜厚は、前記コイルの中心軸に直交する面と前記放電容器の外管との交線である円が最大となる当該放電容器の位置の近傍で最大であることが好ましい。

前記蛍光体膜に紫外線が照射された場合に、当該照射された面とは反対側の面から放射される蛍光発光の発光強度と、前記蛍光体膜の膜厚との関係における当該発光強度が最大となる当該蛍光体膜の膜厚よりも、前記蛍光体膜の最大の膜厚は大きく、かつ前記丸底部の膜厚の平均および前記接続部近傍の膜厚の平均は小さいことが好ましい。

また、前記放電容器の形状は、JIS C7710-1988「電球類ガラス管球の形式の表し方」又はIEC 60887-1988において規定されているA形又はP形であることが好ましい。

ある好適な実施形態においては、前記コイルが巻きつけられたフェライト製のコアと、前記コイルに交流電流を流して前記交流電磁界を発生させる点灯回路と、前記点灯回路に電氣的に接続され、商用電源から電力の供給を受ける口金と、前記点灯回路を囲い、前記放電容器と前記口金とが取り付けられたケースと、をさらに備える。

また、ある好適な実施形態においては、前記無電極蛍光ランプから発せられる光を反射する照明器具をさらに備える。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施形態の無電極蛍光ランプの外観図である。

図2は、本発明の実施形態における無電極蛍光ランプの断面を模式的に示す図である。

図3は、蛍光体膜の相対膜厚と透過率および発光強度との関係を示す図である。

図4は、A形シリカ電球の配光特性を示す図である。

図5は、従来の電球代替の無電極蛍光ランプ（A形）の配光特性を示す図である。

図 6 は、本発明の実施形態における蛍光体膜の膜厚と輝度との関係を示す図である。

図 7 は、本発明の実施形態における無電極蛍光ランプの配光特性を示す図である。

図 8 は、従来の電球代替の無電極蛍光ランプの断面を模式的に示す図である。

図 9 は、本発明の実施形態における蛍光体の塗布方法を模式的に示す断面図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明に係る実施形態について、図を参照して説明する。

本実施形態の無電極蛍光ランプは、図 1 に示すように外側から見た場合、内壁に蛍光体膜 16' が形成された放電容器 11 と、この放電容器 11 に取り付けられたケース 19 と、ケース 19 の放電容器 11 とは反対側に取り付けられた口金 18 とを備えている。放電容器 11 は、外管 31 と凹入部 12 を規定する内管 32 とからなる。外管 31 は、ツボ形状又は洋なし形状をしており、略球状の本体部 35 と本体部 35 から径が細く絞られて突き出している首部 36 とからなる。

図 2 に模式断面図として子細に示すように、本実施形態の無電極蛍光ランプは、凹入部 12 には、コア 14 に巻き付けられたコイル 13 が配置され、このコイル 13 はケース 19 内に置かれた点灯回路 17 に接続している。以下より詳しく説明する。

放電容器 11 は透光性を有するソーダガラスからなっている。放電容器 11 の外管 31 と内管 32 とで囲まれた空間に発光物質（例えば、水銀および希ガス（アルゴン、キセノン等））が封入してある。内管 32 は、外管 31 の首部 36 に接続しており、外管 31 の丸底部 41 に向かって延びている。符号 21 は、内管 32 と首部 36 との接続部を表している。外管 31 の丸底部 41 というのは、外管 31 の首部 36 を上方に向けたときに下端部となる球面部分であり、外管 31 の中で首部 36 から最も離れた部分である。なお、ここで放電容器 11 の形状は、正確には、日本工業規格 JIS C 7710-1988「電球類ガラス管球の形式の表し方」又は IEC 60887-1988 に定義されている「A 形」

の形状である。

凹入部 1 2 には、円柱形状のフェライト製のコア 1 4 が配置されている。このコア 1 4 に巻かれているコイル 1 3 は、略円筒形状をしており、コイル 1 3 の中心軸の延びる方向は、凹入部 1 2 の凹入方向に略一致している。コイル 1 3 は、点灯回路 1 7 に電氣的に接続されており、点灯回路 1 7 からコイル 1 3 に交流電流が流れる。点灯回路 1 7 は商用電源から電力の供給を受ける口金 1 8 に電氣的に接続されている。この口金 1 8 は、電球用のソケットに取り付けられる。また、点灯回路 1 7 を囲むようにケース 1 9 が設けられており、ケース 1 9 には放電容器 1 1 と口金 1 8 が取り付けられている。

コイル 1 3 は、点灯回路 1 7 から交流電流の供給を受けて、放電容器 1 1 内に交流電磁界を発生させる。この交流電磁界によりプラズマ 1 5 が放電容器 1 1 内に発生する。コイル 1 3 とコア 1 4 とは、凹入部 1 2 内に配置されて交流電磁界を発生させるため、プラズマ 1 5 は、コイル 1 3 内の所定点 2 0 を中心としたリング形状となり、凹入部 1 2 のコイル 1 3 が配置された部分の周囲に発生する。ここで、所定点 2 0 は、コイル 1 3 の形成する筒内にあつて、かつ、コイル 1 3 の中心軸上にある。なお、プラズマ 1 5 は放電路ということもできる。

放電によりプラズマ 1 5 から発生した紫外光は、放電容器 1 1 の内壁に塗布された蛍光体膜 1 6' を励起させ、蛍光体膜 1 6' を発光させる。この蛍光体膜 1 6' の膜厚は、所定の配光特性となるように放電容器 1 1 の内壁における形成位置によって異なる厚みにしている。この点について、さらに詳しく説明をする。なお、図面の簡略化のため、放電容器 1 1 およびケース 1 9 の断面は、単なる線で描いている。

続いて、蛍光体膜 1 6' の膜厚と放電容器 1 1 の外側に放射される可視光の関係について説明をする。

図 3 (a) は、蛍光体膜の相対膜厚に対する光の透過率である。横軸は蛍光体膜の相対膜厚であり、縦軸は光の透過率である。蛍光体膜の相対膜厚とは、透過率が 50 % となる膜厚を 1 として規格化したものである。また、光の透過率とは、蛍光体膜に垂直に光を入射させた場合の拡散透過率である。図 3 (a) からわかるように、蛍光体膜の透過率は、蛍光体膜の膜厚が厚くなるに従い低下する。な

お、蛍光体の種類、粒径等が異なった場合、図 3 (a) の曲線の傾向は同じであるが、変化率は異なる。

また、蛍光ランプの蛍光体は、放電容器 11 の内面に塗布されている。この蛍光体は、放電容器 11 の内部側に向いている面に紫外線を受け、それにより励起されて蛍光発光（可視光）を生じる。この発光を発光方向により、放電容器 11 の内部側（反射側）への発光と、蛍光ランプの外側（透過側）への発光とに分けることができる。

このうち反射側への蛍光発光は、蛍光体の膜厚に対して、図 3 (b) に示す特性を呈する。横軸は蛍光体膜の相対膜厚であり、縦軸は反射側への発光強度である。図 3 (b) において蛍光体膜の反射側への発光強度というのは、図 3 (a) にて規定した蛍光体膜の相対膜厚が 1 のときの反射側への発光強度を 1 とした相対値である。一定の強度の紫外線に対して、反射側への発光強度は、膜厚が厚くなるに従い増加する。しかし、紫外線は、蛍光体の厚さに対してベールの法則に従って吸収されるため、蛍光体膜のある深さ以上には到達しなくなる。そのため、図 3 (b) に示すように、膜厚が十分大きくなると反射側への発光強度は飽和する。

従って、図 5 に示す蛍光体膜厚が均一である無電極放電ランプの配光を図 4 に示す電球の配光に近づけるために、配光が相対的に少ない放電容器 11 の口金 18 近傍および口金 18 から最も離れた丸底部 41 の蛍光体膜厚を他の部分に比べて厚くして、輝度を高めることが通常考えられる。けれども、本願発明では、次に説明する透過側への発光強度も考慮に入れて、放電容器 11 から取り出される全光束を減少させないまま配光特性を電球の配光特性に近づけることにしたため、後述するように、口金 18 近傍および丸底部 41 の蛍光体膜厚を厚くすることはしなかった。

透過側への発光強度は、蛍光発光がさらに蛍光体膜を透過して、外に出るため、図 3 (c) に示すように近似的には反射側への発光強度 2 に蛍光体膜の透過率 1 が掛け合わされた発光強度 3 となる。蛍光体膜厚の増加とともに透過側への発光強度 3 も増加して行くが、ある膜厚で最大値となり、それよりも蛍光体膜が厚くなると、膜厚の増加と共に透過側への発光強度 3 は減少する。

図6に、蛍光体として青色蛍光体 ($\text{BaMg}_2\text{Al}_{16}\text{O}_{27}:\text{Eu}, \text{Mn}$)、緑色蛍光体 ($\text{LaPO}_4:\text{Ce}, \text{Tb}$) および赤色蛍光体 ($\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}$) を混合して用いた場合の、蛍光体膜厚に対する反射側への発光の輝度4および透過側への発光の輝度5の、実測した関係曲線を示す。蛍光体膜厚が約 $14\ \mu\text{m}$ のときに透過側への発光の輝度5は最大となる。本実施形態の無電極蛍光ランプは、この蛍光体を用いている。

一般に蛍光ランプは閉じた空間であるため、反射側への蛍光発光は、放電容器11内面で再度反射されるものと吸収されるものと蛍光体膜16'を透過して放電容器11の外に出るものとに分かれる。したがって、蛍光体膜16'の所定の場所から蛍光ランプの外に取り出される発光は、透過側への蛍光発光に加え、放電容器11内部で拡散した反射側への蛍光発光のうち再度蛍光体膜16'のその所定の場所に照射した光に蛍光体膜16'の透過率を掛けた光である。

これまでの説明より、無電極蛍光ランプにおける放電容器11の外部へ放出される発光は、部分的に蛍光体膜16'の厚さを変化させることにより、その輝度を制御できることがわかる。プラズマ15から発生した紫外光をできるだけ多く蛍光発光に変換するには、蛍光体膜16'をなるべく厚くすればよいが、放電容器11内の光を外部へ放出させるには、蛍光体膜16'が薄い方が外部への放出量が多くなる。さらに、無電極蛍光ランプの全光束を、蛍光体膜均一塗布の場合より減少させないことが、実用性の点で好ましい。

これらのことより、本実施形態では、図2に示すように、接続部21と丸底部41との中間近傍の膜厚T2が全体の膜厚の中で最大であり、そこから接続部21に近づくにつれ膜厚は小さくなり、かつ、丸底部41に近づくにつれて膜厚は小さくなるように蛍光体を塗布している。つまり、本実施形態では、図5に示す蛍光体膜を均一塗布した従来の無電極蛍光ランプの配光特性において、電球の配光特性に比べて配光が小さくなっているところの蛍光体膜厚を小さくしている。

また、最大の膜厚T2が存する部分は、コイル13の中心軸に直交する面と外管31との交線である円が最大となる外管31の位置の近傍でもある。さらには、この最大の膜厚T2が存する部分は、プラズマ15の近傍でもある。ここで、プラズマ15の近傍というのは、プラズマ15の中心である所定点20を含みコイ

ル 1 3 の中心軸に垂直な平面が放電容器 1 1 の外管 3 1 と交わる部分（放電容器 1 1 の横断面部）の近傍であり、実質的にはコイル 1 3 の巻始め端部を含むコイル 1 3 中心軸に垂直な平面が外管 3 1 と交わる部分と、コイル 1 3 の巻終わり端部を含むコイル 1 3 中心軸に垂直な平面が外管 3 1 と交わる部分と、の間の領域である。また、プラズマ 1 5 が安定して発生するのは、コイル 1 3 中心軸に垂直な外管 3 1 の径が最大となるところなので、この径が最大となるところの近傍で蛍光体膜厚が最大となるとも言える。

蛍光体膜 1 6' の膜厚の分布についてさらに説明する。

上記の説明のように、プラズマ 1 5 近傍の蛍光体膜 1 6' に照射される紫外線の量は、他の部分に照射される紫外線の量よりも相対的に多いため、紫外線を蛍光発光にできるだけ多く変換するようにプラズマ 1 5 近傍の膜厚を大きめにしている。一方、接続部 2 1 近傍および丸底部 4 1 の蛍光体膜 1 6' は、透過率を高くするように膜厚を小さめにしている。このことは、定性的には、図 3 (c) および図 6 の透過側への発光の輝度 5 のグラフにおいて、プラズマ 1 5 近傍の膜厚は、最大輝度が得られる膜厚よりも大きくすることが好ましく、接続部 2 1 近傍および丸底部 4 1 の膜厚の平均値は、逆に最大輝度が得られる膜厚よりも小さくすることが好ましいといえることができる。なお、実際には全光束をできるだけ多くすることも重要なので、接続部 2 1 近傍および丸底部 4 1 の膜厚は、最大輝度が得られる膜厚よりも大きい厚みにしても構わない。

これらの蛍光体膜 1 6' の膜厚を数値的に示すと、蛍光体膜 1 6' の膜厚のうち最大部分の膜厚 T_2 を 1 としたときに、外管 3 1 の丸底部 4 1 の蛍光体膜 1 6' の膜厚 T_3 が 0.1 以上 0.8 以下であり、内管 3 2 との接続部 2 1 近傍の蛍光体膜 1 6' の膜厚 T_1 が 0.5 以上 0.8 以下である。本実施形態では、 T_1 が 0.8、 T_3 が 0.5 である。具体的には、最大の膜厚 T_2 は、 $12\mu\text{m}$ 以上 $24\mu\text{m}$ 以下、外管 3 1 の丸底部 4 1 の膜厚 T_3 は、 $7\mu\text{m}$ 以上 $17\mu\text{m}$ 以下および内管 3 2 との接続部 2 1 近傍の膜厚 T_1 は、 $8\mu\text{m}$ 以上 $17\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。本実施形態では、 T_2 が $20\mu\text{m}$ （その近傍の膜厚は $15\sim 20\mu\text{m}$ で、平均 $17\mu\text{m}$ ）であり、 T_3 が $8\sim 16\mu\text{m}$ （平均 $12\mu\text{m}$ ）、 T_1 が $10\sim 17\mu\text{m}$ （平均 $15\mu\text{m}$ ）である。ここで、内管 3 2 との接続部 2 1 の

近傍は、図 2 には明示されていないが、放電容器 11 が外部に露出している部分とケース 19 で露出していない部分との境界の付近である。

上記膜厚分布を有する蛍光体膜 16' を備えた本実施形態の電球形蛍光ランプの配光特性は、図 7 に示す通りであり、図 8 のシリカ電球の配光特性と実質的に同等にすることができる。

なお、放電容器 11 内壁のそれぞれの位置での蛍光体膜 16' 厚みの比率は、使用する蛍光体の蛍光体膜の透過率（蛍光体の膜密度）と、蛍光体の発光効率とから適切な値とすることができる。

本実施形態の蛍光体膜 16' の形成方法を次に説明する。

まず、図 9 (a) に示すように、外管 31 のみの放電容器 11 を用意する。この外管 31 は、本体部 35 部に首部 36 が接続した丸フラスコに似た形状をしている。首部 36 の端部は開口していて、そこから蛍光体粉末とバインダーと溶媒とを混合して形成したスラリー 51 を外管 31 内に入れる。

次に、丸底部 41 を下端とし首部 36 を上にして、図 9 (b) に示すように、首部 36 の中心軸周りに外管 31 を回転させ、それと共に首部 36 が下向きになるように徐々に外管 31 を傾けていく。

図 9 (c) に示すように、首部 36 の開口端部が下向きになって、余分な蛍光体スラリー 51 が下方に流れ落ちたら、中心軸周りの回転を停止させ、外管 31 の内と外とから乾燥を行う。こうして蛍光体膜 16' が形成される。

このように、外管 31 を首部 36 の中心軸周りに回転させながら傾けていくことで、上述の膜厚分布の蛍光体膜 16' が得られる。スラリー 51 の粘度や、回転速度、傾け速度等を変更することで、所望の膜厚分布を得ることができる。

本実施形態の電球形無電極蛍光ランプをダウンライト用の照明器具に取り付けて用いると、ランプ先端の明るさがその周囲の明るさと略同じであって、外観上違和感なく使用することができる。また、ランプの周りに円錐台の形の笠が取り付けられている電球スタンドに、本実施形態の電球形無電極蛍光ランプをベースダウンで取り付け使用しても、電球と同様に下方に光が多く放射および反射され、使い心地が良好となる。

本実施形態の無電極蛍光ランプでは、蛍光体膜 16' の膜厚分布を調節するこ

とで、その配光特性を制御することができ、配光特性を電球と実質的に同等とすることができる。それにより、電球用の照明器具に取り付けても、違和感なく且つ光の取り出し効率を向上させることができ、電球代替として有用である。また、このような蛍光体膜 16' の塗布方法は、放電容器 11 を回転させつつ傾けるという簡単な方法であるので、製造が容易である。

本実施形態は一つの例であって、本発明はこの例に限定されない。例えば、蛍光体は、上記の物質とは異なる物質であっても構わないし、色温度の調節のため青色蛍光体を添加しなくてもよい。

また、電球には、ボール電球やレフ電球など配光がシリカ電球と異なるものがあるが、蛍光体膜 16' の膜厚を最適化することにより、シリカ電球以外の配光特性に近似させることも可能である。

また、リング形状のプラズマ 15 を、放電容器 11 の最大径のところ（コイル 13 の中心軸に直交する面と放電容器 11 との交線である円が最大となる放電容器 11 の位置）に位置させると、効率良くプラズマを発生させることができ、発光効率が向上するため好ましい。

また、本実施形態では、放電容器 11 として A 形を用いたが、日本工業規格 JIS C 7710-1988「電球類ガラス管球の形式の表し方」又は IEC 60887-1988 に定義されている P 形であっても、同様な配光特性改善の効果が得られる。

なお、点灯回路 17 としては、1 MHz 以下（例えば、40～500 kHz）の比較的低い周波数を発生するものを用いることが好ましい。言い換えると、コイル 13 に点灯回路 17 が印加する交流電流の周波数は、1 MHz 以下（例えば、40～500 kHz）の比較的低い周波数の領域にすることが好ましい。これは、13.56 MHz または数 MHz のような比較的高い周波数領域で動作させる場合と比較して、40 kHz～1 MHz 程度の周波数領域で動作させる場合には、高周波電源回路を構成する部材として、一般電子機器用の電子部品として使用されている安価な汎用品を使用することができるとともに、寸法の小さい部材を使用することが可能となるため、コストダウンおよび小型化を図ることができ、利点が多いからである。ただし、本実施形態の構成は、1 MHz 以下の動作に限

らず、13.56MHzまたは数MHz等の周波数の領域においても動作させ得るものである。

また、本実施形態では、コア14を用いたが、コア14がなくても、無電極蛍光ランプの発光原理は基本的には変わらないので、同様な配光特性改善の効果が得られる。ただしコア14を用いると、40kHz～1MHzといった比較的低周波領域の交流電流を用いても効率よくプラズマを発生することができて好ましい。

また、本実施形態では、発光物質として希ガスと水銀とが封入されているものであったが、無水銀でキセノンの主成分とした希ガスのみで放電させても、無電極蛍光ランプの発光原理は基本的には変わらないので、キセノンからの紫外発光による同様な配光特性改善の効果が得られる。

－効果－

以上の説明から明らかなように、本発明の無電極蛍光ランプでは、放電容器の内壁に塗布した蛍光体膜を、塗布位置によって異なる膜厚である蛍光体膜とすることにより、その配光特性を電球の配光特性に近似させることができ、電球用の照明器具に無電極蛍光ランプを装着したときの光の取り出し効率を向上できる。

産業上の利用可能性

本発明の無電極蛍光ランプは、電球の代替品として使用する場合に有用である。特に本発明の無電極蛍光ランプは、電球用の照明器具に取り付けて使用すると、電球と略同等の配光特性を有するので、違和感なく使用でき、さらに、電球よりも消費電力が低く、寿命が長い点で産業上の利用可能性は高い。

請求の範囲

1. 発光物質が封入され、凹入部を有する透光性の放電容器と、
前記凹入部に配置され、前記発光物質を放電させる交流電磁界を発生させるコイルと、

前記放電容器の内壁に形成された蛍光体膜と、を備え、

前記放電容器は、外管と前記凹入部を規定する内管とから構成されており、

前記蛍光体膜は、所定の配光特性となるように、前記外管と前記内管との接続部と当該接続部から最も離れた外管の部分との中間近傍において膜厚が最大であり、当該膜厚が最大である位置から前記接続部に近づくにつれて膜厚が小さくなる、無電極蛍光ランプ。

2. 発光物質が封入され、凹入部を有する透光性の放電容器と、

前記凹入部に配置され、前記発光物質を放電させる交流電磁界を発生させるコイルと、

前記放電容器の内壁に形成された蛍光体膜と、を備え、

前記コイルは、略円筒形状であり、

前記放電容器は、略球状の本体部と該本体部から径が細く絞られて突き出している首部とからなる外管と、前記凹入部を規定する内管とから構成されており、

前記内管は、前記首部に接続しており、当該首部から最も離れた、前記本体部の丸底部に向かって延びていて、

前記蛍光体膜の膜厚は、前記内管と前記首部との接続部と、前記丸底部との中間近傍において最大であり、前記接続部に近づくにつれて小さくなり、かつ、前記丸底部に近づくにつれて小さくなる、無電極蛍光ランプ。

3. 前記コイルの中心軸の延びる方向は、前記凹入部の凹入方向に略一致しており、

前記交流電磁界によって前記放電容器の中に発生するプラズマは、前記コイルの中心軸上の点であって且つ当該コイル内の点である所定点を中心としたリング形状である、請求項2に記載の無電極蛍光ランプ。

4. 前記蛍光体膜の膜厚のうち最大部分の膜厚を1としたときに、前記外管の

前記丸底部の前記蛍光体膜の膜厚が0.1以上0.8以下であり、かつ、前記内管との前記接続部近傍の前記蛍光体膜の膜厚が0.5以上0.8以下である、請求項2又は3に記載の無電極蛍光ランプ。

5. 前記蛍光体膜の膜厚のうち最大部分の膜厚は、12 μm 以上24 μm 以下であり、前記外管の前記丸底部の前記蛍光体膜の膜厚は、7 μm 以上17 μm 以下であり、かつ、前記内管との前記接続部近傍の前記蛍光体膜の膜厚は、8 μm 以上17 μm 以下である、請求項2又は3に記載の無電極蛍光ランプ。

6. 前記蛍光体膜の膜厚は、前記コイルの中心軸に直交する面と前記外管との交線である円が最大となる当該外管の位置の近傍で最大である、請求2から5までの何れか一つに記載の無電極蛍光ランプ。

7. 前記蛍光体膜に紫外線が照射された場合に、当該照射された面とは反対側の面から放射される蛍光発光の発光強度と、前記蛍光体膜の膜厚との関係における当該発光強度が最大となる当該蛍光体膜の膜厚よりも、前記蛍光体膜の最大の膜厚は大きく、かつ前記丸底部の膜厚の平均および前記接続部近傍の膜厚の平均は小さい、請求項2から6までの何れか一つに記載の無電極蛍光ランプ。

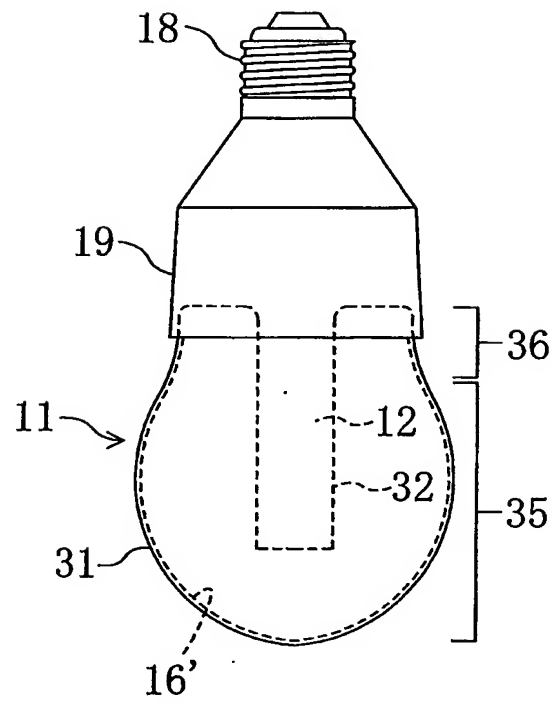
8. 前記放電容器の形状は、JIS C 7710-1988「電球類ガラス管球の形式の表し方」又はIEC 60887-1988において規定されているA形又はP形である請求項1から7までの何れか一つに記載の無電極蛍光ランプ。

9. 前記コイルが巻きつけられたフェライト製のコアと、

前記コイルに交流電流を供給して前記交流電磁界を発生させる点灯回路と、
前記点灯回路に電氣的に接続され、商用電源から電力の供給を受ける口金と、
前記点灯回路を囲い、前記放電容器と前記口金とが取り付けられたケースと、
をさらに備える、請求項1から8までの何れか一つに記載の無電極蛍光ランプ。

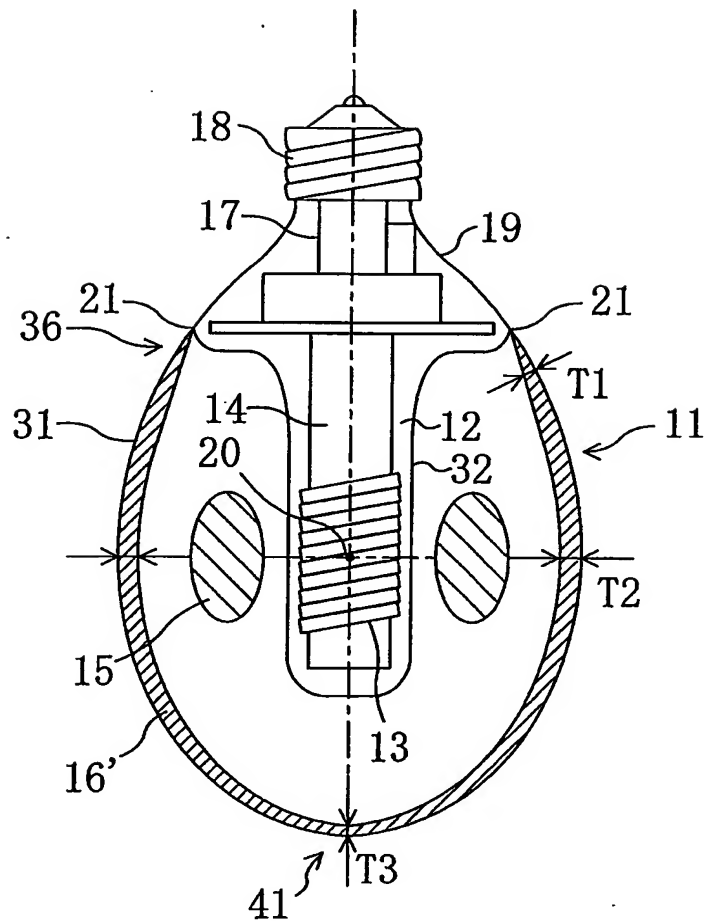
10. 前記無電極蛍光ランプから発せられる光を反射する照明器具をさらに備える、請求項1から9までの何れか一つに記載の無電極蛍光ランプ。

FIG. 1



2/9

FIG. 2



3/9

FIG. 3

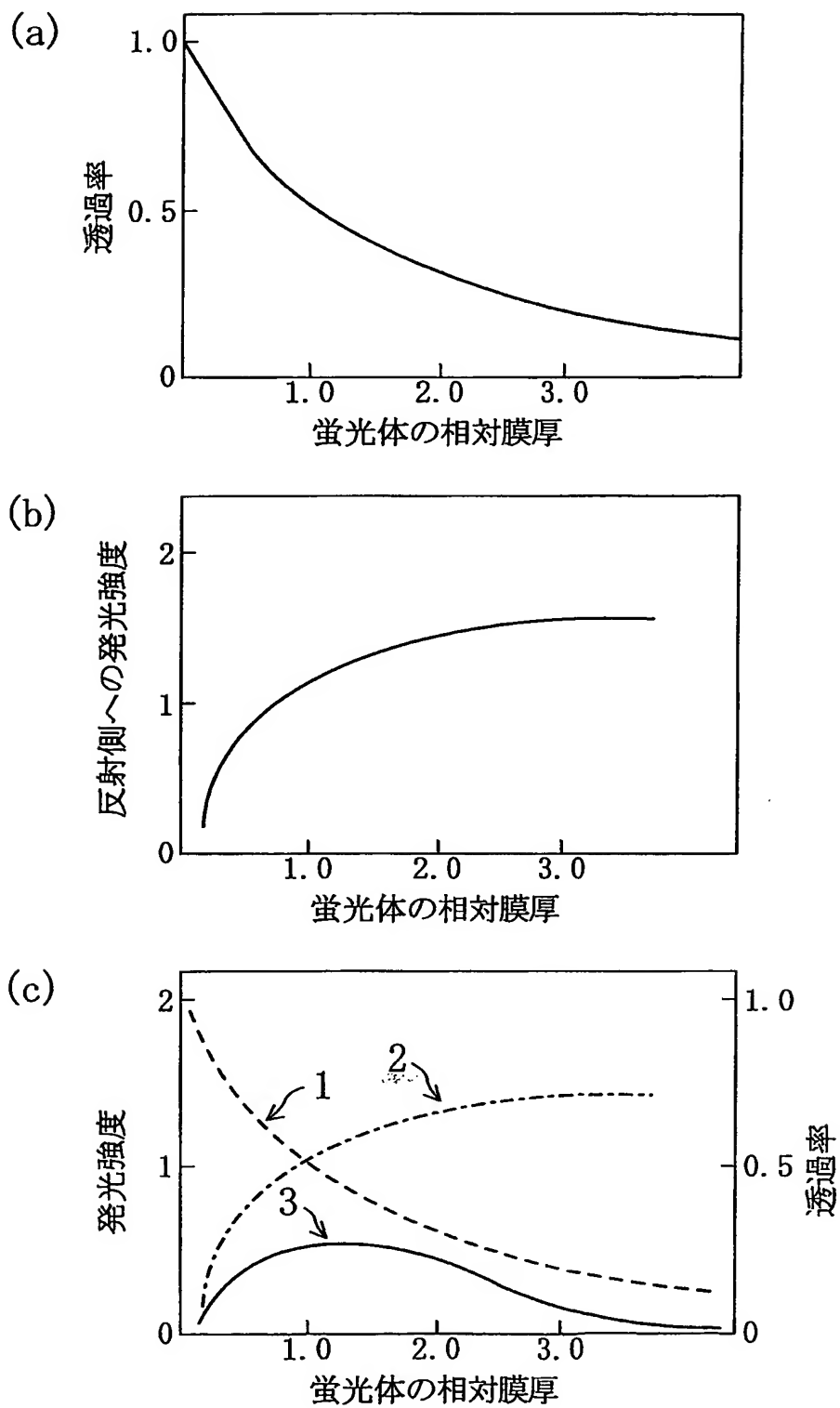
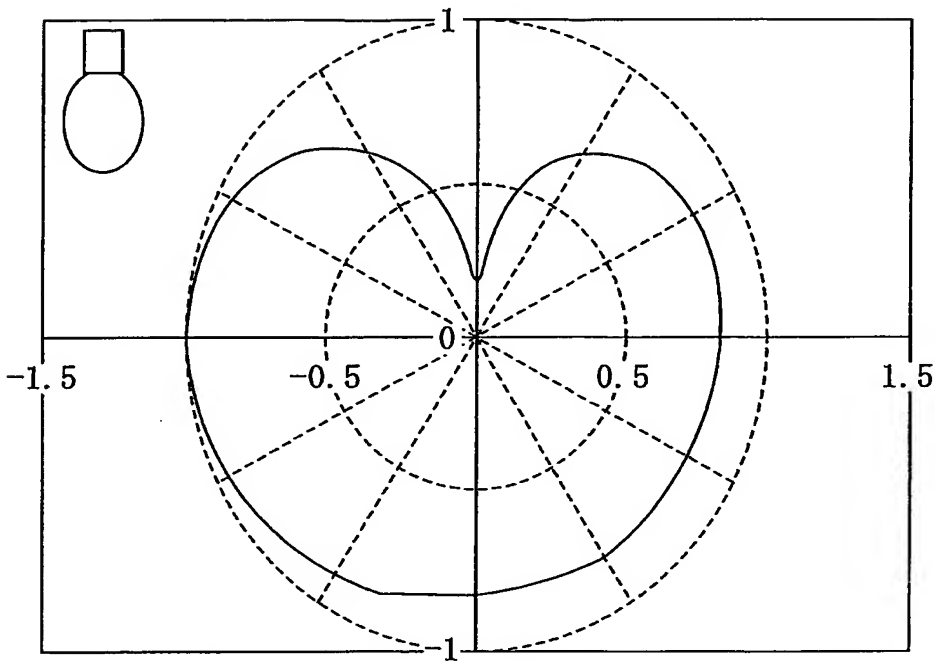


FIG. 4



5/9

FIG. 5

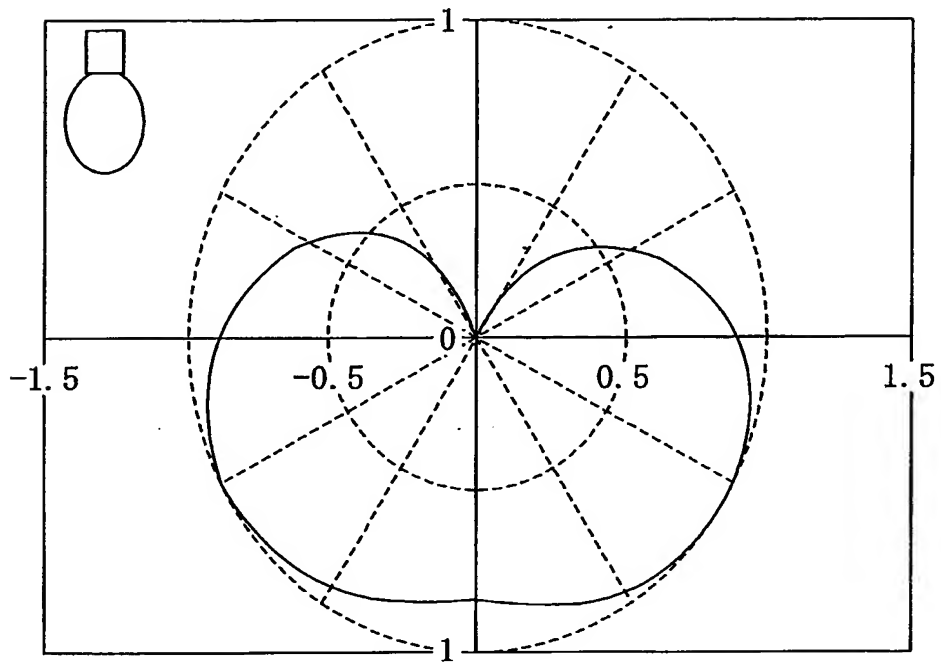
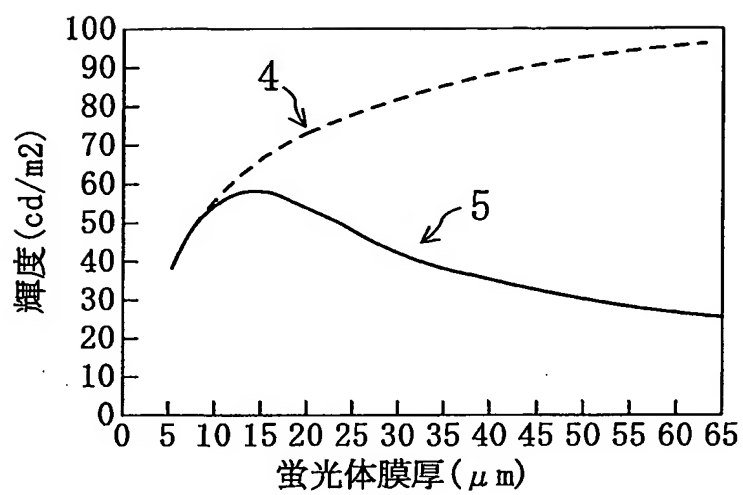


FIG. 6



7/9

FIG. 7

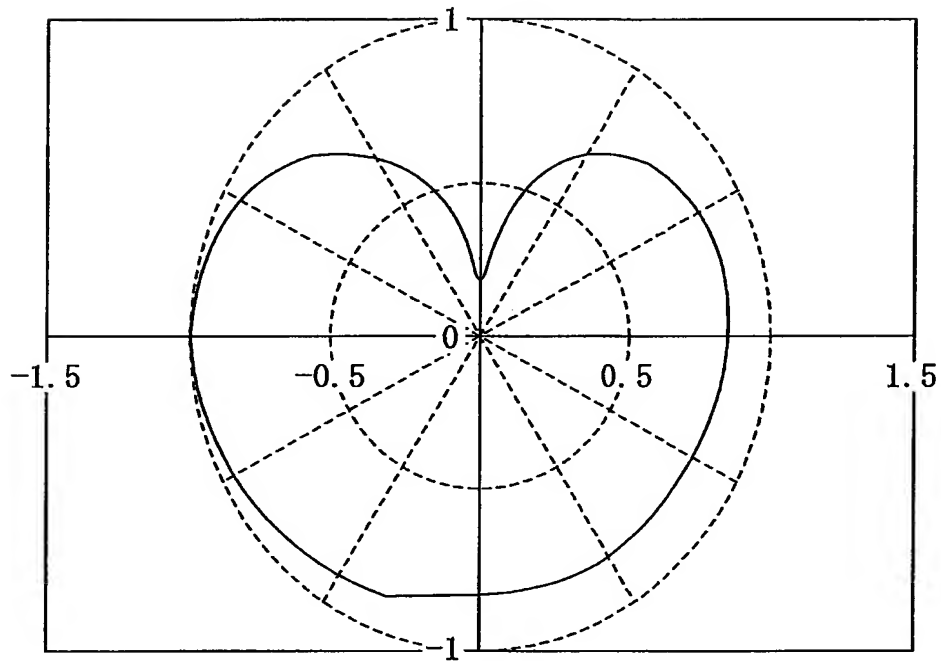
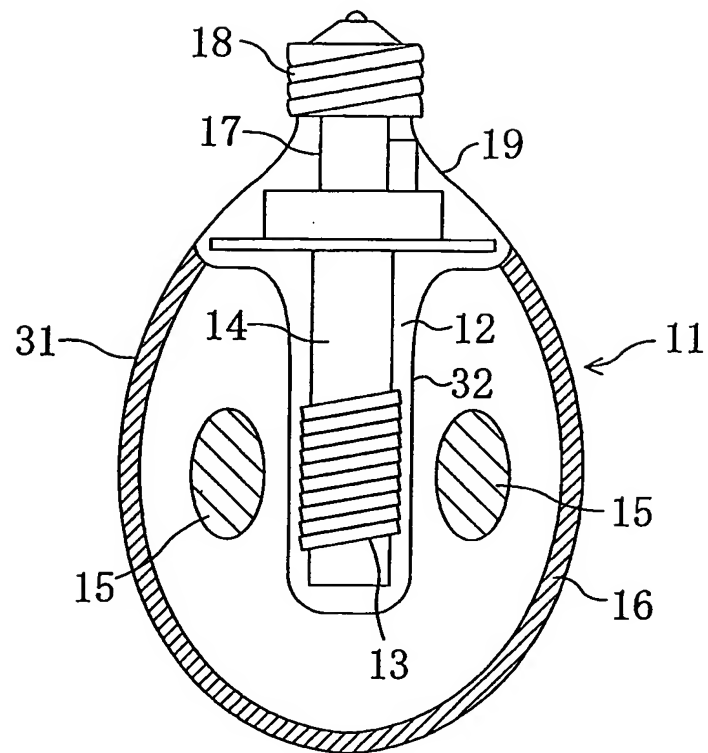
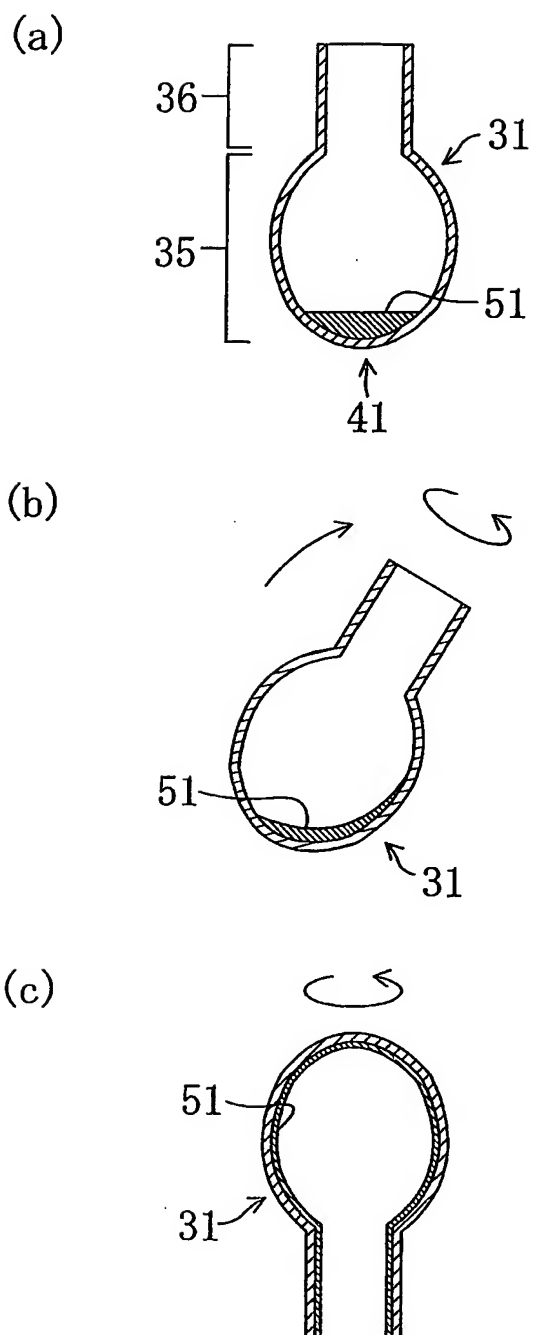


FIG. 8



9/9

FIG. 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/12463

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01J65/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01J65/00-65/08Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 10-241634 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 11 September, 1998 (11.09.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 09-073884 A (Hitachi, Ltd.), 18 March, 1997 (18.03.97), Full text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 07-021820 A (Toshiba Lighting & Technology Corp.), 24 January, 1995 (24.01.95), Full text; all drawings (Family: none)	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
20 January, 2003 (20.01.03)Date of mailing of the international search report
04 February, 2003 (04.02.03)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/12463

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 61-091852 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 09 May, 1986 (09.05.86), Full text; all drawings (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H01J65/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H01J65/00-65/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2003年
日本国登録実用新案公報 1994-2003年
日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 10-241634 A (松下電工株式会社) 1998. 09. 11 全文、全図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 09-073884 A (株式会社日立製作所) 1997. 03. 18 全文、全図 (ファミリーなし)	1-10

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 20. 01. 03

国際調査報告の発送日 04.02.03

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

星野 浩一

2M 8602

電話番号 03-3581-1101 内線 3273

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 07-021820 A (東芝ライテック株式会社) 1995. 01. 24 全文、全図 (ファミリーなし)	1-10
A	J P 61-091852 A (松下電工株式会社) 1986. 05. 09 全文、全図 (ファミリーなし)	1-10